



Nota Técnica 01/2024
Avaliação da situação
do fogo no Pantanal -
Junho 2024

24 DE JUNHO DE 2024

Laboratório de Aplicações de Satélites Ambientais

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Índice

Destaques	3
Introdução	4
Situação climática observada	5
Situação da área queimada atual	9
Situação das fontes de ignição	13
Situação do material combustível	15
Situação do transporte de poluentes	17
Prognósticos Sazonais	19
Fenômeno ENSO	
Anomalias de temperatura e precipitação	
Previsão do perigo meteorológico de fogo para 24-29 de junho	
Probabilidade de exceder 2 milhões ha queimadas até o final de 2024	
Referências	29
Como citar essa nota	30
Agradecimentos	30

DESTAQUES

Histórico

- Há tendência de diminuição de umidade do solo nas últimas décadas;
- Anos secos são associados a condições extremamente quentes;

Situação Atual

- O ressecamento do solo observado em 2023/2024 é sem precedentes em termos de intensidade e duração;
- Regime de seca persistente de intensidade extrema a moderada nos últimos 12 meses;
- A área queimada em 2024 alcançou 627 mil ha, ultrapassando 2020 para o mesmo período, 258 mil ha;
- Os incêndios de 2024 são de origem humana e não natural;
- Altas temperaturas e seca extrema levaram a elevado acúmulo de material combustível em toda a região;
- Estima-se que qualidade do ar na região está deteriorada, porém não há medições devido à escassez de dados de estações de qualidade do ar;
- A poluição dos incêndios foi transportada para o sul do Brasil durante todo o mês de junho, atingindo também Paraguai, norte da Argentina e Uruguai, podendo resultar em impactos significativos à saúde da população;

Previsões sazonais

- No próximo trimestre (julho-setembro) esperam-se temperaturas acima da média e precipitação abaixo do normal;
- A probabilidade da área queimada exceder 2 milhões de ha até o final de 2024 é superior a 80%.

Introdução

Esta nota apresenta uma análise detalhada da evolução das áreas afetadas pelo fogo e das condições climáticas no Pantanal no período de **01 de janeiro a 23 de junho de 2024**, realizado pelo **Laboratório de Aplicações de Satélites Ambientais da Universidade Federal do Rio de Janeiro (LASA-UFRJ) e seus colaboradores.**

Durante o período analisado, observou-se um aumento significativo das áreas afetadas pelo fogo em comparação aos anos anteriores, destacando-se até agora como um dos mais severos das últimas décadas. Os dados provenientes das imagens de satélite revelam a extensão das áreas impactadas em tempo quase-real, fornecendo dados sobre a evolução e distribuição dos incêndios. Além disso, foram analisadas as condições climáticas que vêm contribuindo para a propagação dos incêndios, incluindo padrões de temperatura, umidade e chuvas na região, assim como as previsões sazonais para o próximo trimestre. Essas informações são fundamentais para entender os fatores que exacerbam os incêndios e para subsidiar estratégias de prevenção e combate.

O LASA-UFRJ destaca a importância da continuidade do monitoramento por satélite na gestão dos incêndios, assim como das previsões meteorológicas, fornecendo dados cruciais para gestores públicos, cientistas e tomadores de decisão. Este relatório oferece uma visão abrangente mas não exaustiva da situação atual no Pantanal, podendo conter informações que poderão sofrer alterações futuras.

Enfatizamos a necessidade urgente de políticas e ações coordenadas para a prevenção e combate aos incêndios. Chamamos a atenção que as fontes de ignição humana têm sido as causas dos atuais incêndios na região e reforçamos para a população a importância das leis vigentes de proibição do uso do fogo diante do contexto climático extremo de 2024.

1. Situação climática observada

De acordo com [Geirinhas et al. \(2023\)](#), a maior parte da América do Sul tem observado, especialmente após a década de 1990, **uma tendência significativa de diminuição de umidade do solo, especialmente sobre o Pantanal**, sudeste do Brasil, Paraguai central e norte da Argentina (**Figura 1a**). Ao analisar as mudanças de longo prazo no clima para a região onde se localiza o Pantanal (**Figura 1b**), **observa-se um acentuado aumento das temperaturas de 1959–1989 para 1990–2022** (veja as elipses azuis e laranjas na **Figura 1b**). Em relação à precipitação, há um contraste menos pronunciado na distribuição entre ambos os períodos. A correlação entre precipitação e temperatura indica que nas últimas três décadas, **anos secos são mais frequentemente associados a condições extremamente quentes**. Essas condições recentes mais quentes explicam uma diminuição contínua nos níveis de umidade do solo (**Figura 1c**), especialmente após a década de 1990, levando a condições de secas persistentes desde 2019.

A **Figura 2** indica que, desde o final de 2023 e início de 2024, a região apresenta o maior índice de raridade de seca (com base na umidade do solo) já registrado desde 1951, ultrapassando o ano de 2020 que até o momento era considerado o primeiro do ranking de secas (com base na umidade do solo) na região. **O período 2023/2024 não encontra paralelo em nenhum outro período do registro histórico, sendo sem precedentes em termos de intensidade e duração da seca** (com base na umidade do solo). O índice de raridade R quantifica e classifica, diariamente, a magnitude das anomalias de umidade do solo multiplicando (1) a área (em porcentagem) que experimenta anomalias de umidade do solo inferiores a dois desvios padrão ("Extensão Espacial") por (2) a média da anomalia de umidade do solo obtida considerando apenas os pontos de grade que registraram anomalias inferiores a dois desvios padrão ("Anomalia Média"). Portanto, condições severas de seca são diagnosticadas quando o índice R atinge níveis extremamente baixos. Os picos semanais a mensais dessa métrica estão ligados ao desenvolvimento repentino e rápido de condições secas e, assim, a episódios de secas súbitas.

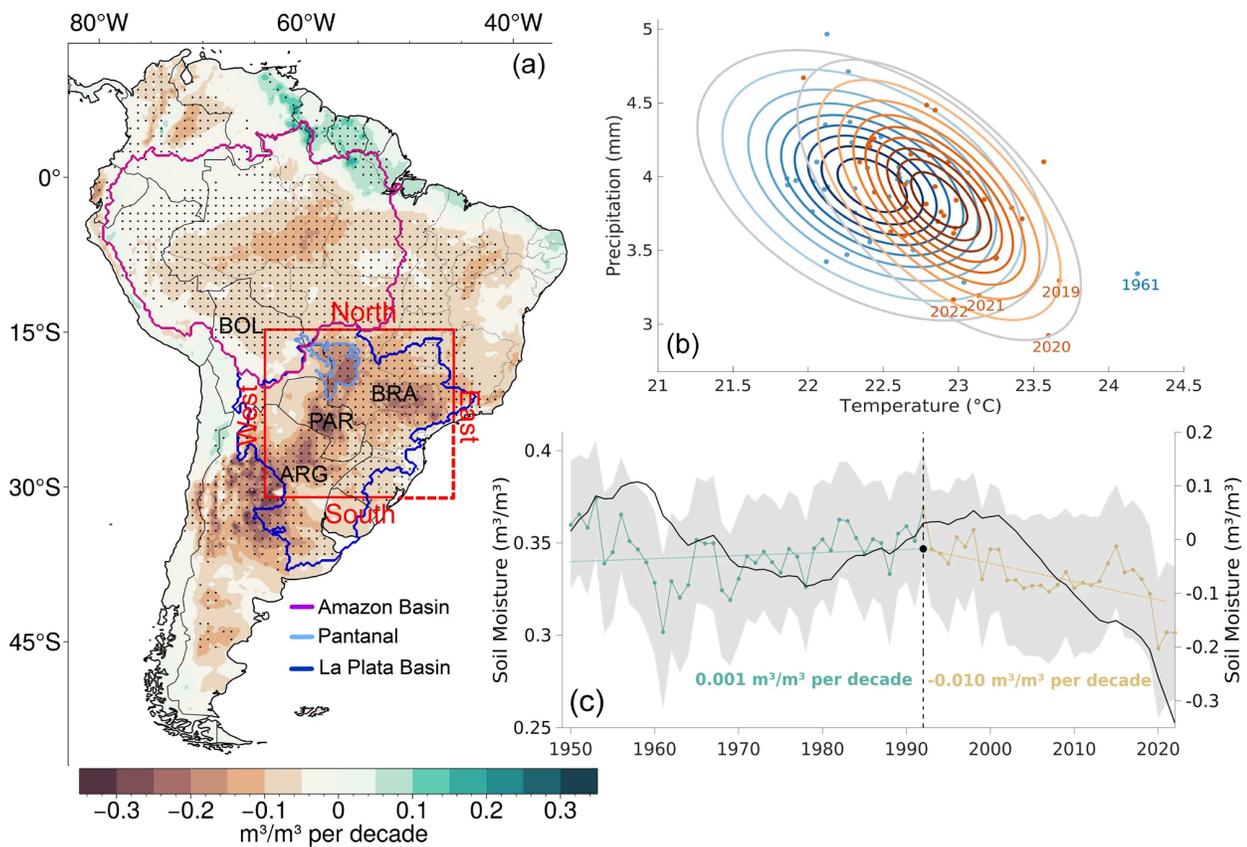


Figura 1. a) Distribuição espacial sobre a América do Sul das tendências de umidade do solo (por década) para 1990-2022. Os pontos pretos indicam regiões com tendências estatisticamente significativas (5%, Mann-Kendall). A caixa vermelha delimita a região de interesse que cobre o Pantanal. b) Funções de distribuição de probabilidade gaussiana bivariada das temperaturas médias anuais (°C) e dos níveis diários acumulados de precipitação (mm), em média sobre a região de interesse, para 1959-1989 (elipses azuis) e 1990-2022 (elipses laranjas). As elipses cinzas mostram o nível de 95% da distribuição. c) Séries temporais (1951–2022) dos níveis médios anuais de umidade do solo para a região de interesse (linhas verde e amarela, eixo y esquerdo), e das anomalias acumuladas de umidade do solo em relação ao período climatológico 1981-2010 (linha preta, eixo y direito). Os valores de tendência respectivos são mostrados na parte inferior do painel. Fonte: [Geirinhas et al. \(2023\)](#).

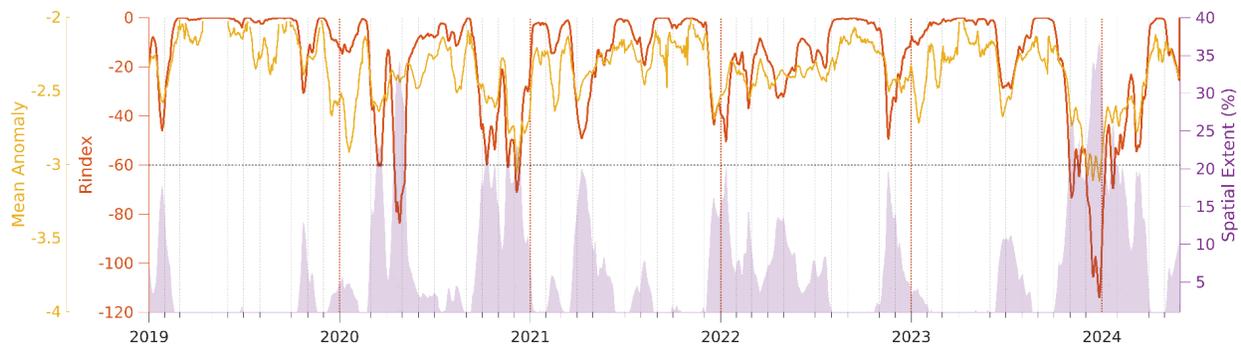


Figura 2. Séries temporais do índice de raridade R (linha vermelha, eixo y esquerdo) e dos dois sub-índices: anomalia média de umidade do solo (linha amarela, eixo y esquerdo) e extensão espacial da anomalia (sombreamento lilás, eixo y direito) para a seca de 2019–2024 na região indicada na Figura 1a. A linha preta representa o percentil 2,5 do índice R considerando todo o período de análise do conjunto de dados ERA5-land (1951–2024). Fonte: João Geirinhas, <https://orcid.org/0000-0002-2110-4891>

Esses resultados corroboram que o ano de 2024 até o momento é um dos mais secos da história do Pantanal, conforme aponta o último Boletim de Monitoramento Hidrológico divulgado pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB) em 20 de junho de 2024. A Bacia do Rio Paraguai, abrangendo a região do Pantanal, enfrenta um déficit significativo de chuvas desde o início do período chuvoso em outubro. Todos os rios na região apresentaram em junho níveis abaixo do normal para esta época do ano, com exceção do rio Cuiabá na estação de Cuiabá, que mantém seus níveis dentro das expectativas. Em contrapartida, os trechos de Barra do Bugres, Cáceres e Miranda registram os níveis mais baixos já observados para este período.

De acordo com o *SPEI Global Drought Monitor* (Monitor Global de Secas SPEI - <https://spei.csic.es/index.html>) que oferece informações em tempo quase-real sobre as condições de seca em escala global para monitoramento e alertas precoces baseados em dados de precipitação e evapotranspiração, a região do **Pantanal está sob regime de seca persistente de intensidade extrema a moderada pelo menos nos últimos 12 meses**, conforme Figura 3.

Condição de seca persistente até Junho 2024 (SPEI)

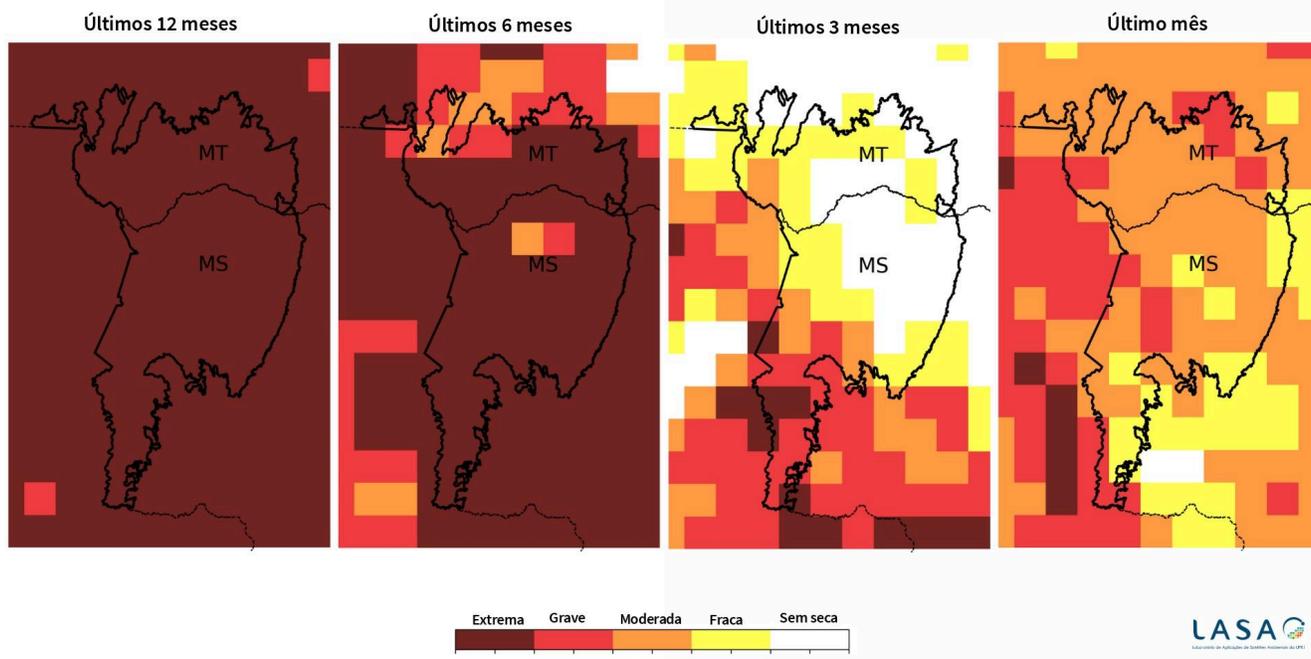


Figura 3. Condições de seca persistente na região do Pantanal nos últimos 12, 6, 3 e 1 meses de acordo com o SPEI Global Drought Monitor (Monitor Global de Secas SPEI - <https://spei.csic.es/index.html>). Fonte: LASA-UFRJ

2. Situação da área queimada atual

Entre 01 de janeiro e 23 de junho (Figura 4), o acumulado de área queimada estimado pelo sistema ALARMES (alertas em tempo quase-real) para o bioma Pantanal em 2024 já alcançou 627 mil ha, ultrapassando o acumulado de 2020 para o mesmo período, 258 mil ha. O aumento situa-se entre 70% e 143%, considerando a margem de erro de 30% associada aos alertas do ano corrente. A distribuição espacial da área queimada (Figura 5) indica que a parte oeste do bioma foi a mais afetada pelo fogo, com um substancial aumento neste mês de junho.

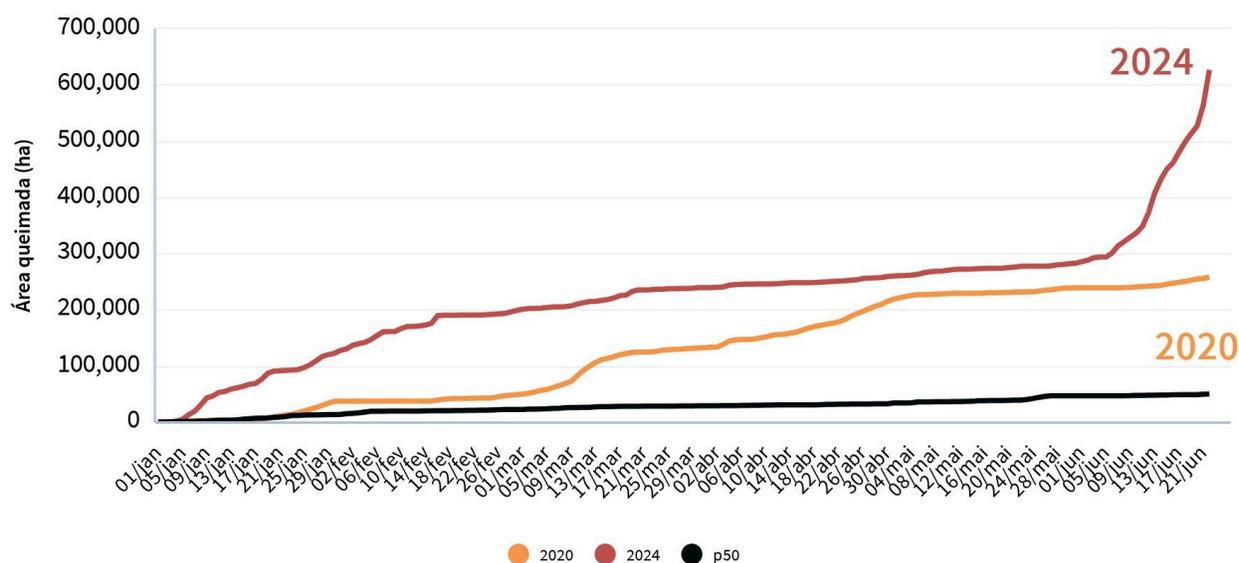


Figura 4. Acumulado diário de área queimada de 01 de janeiro a 23 de junho nos anos de 2020 e 2024 e mediana histórica para o mesmo período no bioma Pantanal. Fonte: Sistema ALARMES, LASA-UFRJ (<https://alarmes.lasa.ufrj.br>).

Das 5 Terras Indígenas (TIs) do Pantanal, 2 registraram área queimada em 2024, até 23 de junho (Figura 6). Conforme informações do IBAMA/PREVFOGO, a área queimada ocorrida na TI Kadiwéu até o dia 17 de junho foi proveniente de queima prescrita. Das 24 Unidades de

Conservação monitoradas pelo Sistema ALARMES, 14 registraram área queimada até o mesmo período, com liderança do PARNA do Pantanal Matogrossense (**Figura 7**). Nos municípios, os maiores totais de área queimada ocorreram em Corumbá, Cáceres e Aquidauana respectivamente (**Figura 8**). Na **Figura 9**, é possível observar a evolução espacial diária das cicatrizes de fogo nos últimos 60 dias, nas áreas protegidas PARNA do Pantanal Matogrossense e TI Kadiwéu, e entornos.

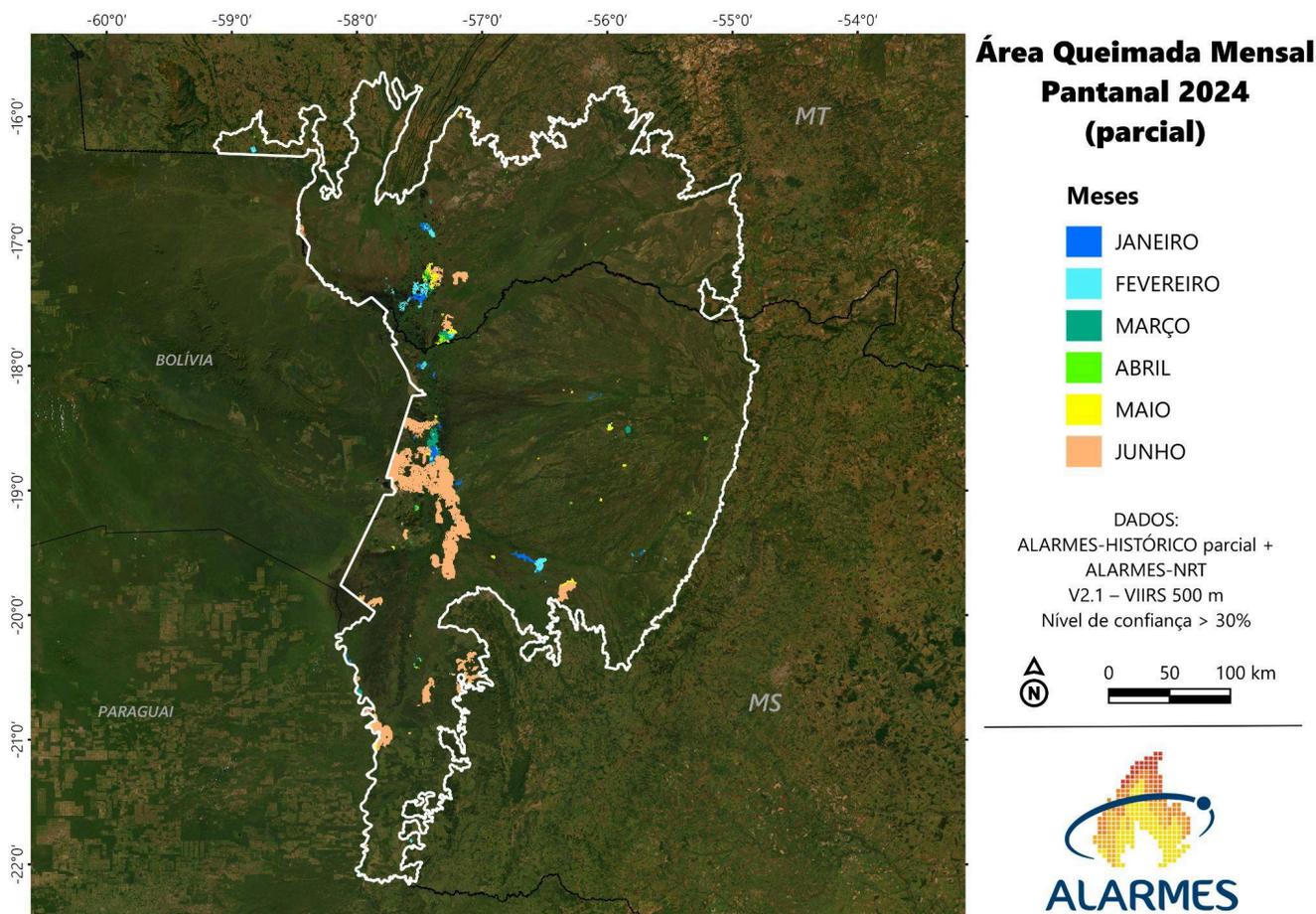


Figura 5. Área queimada mensal no bioma Pantanal de 01 de janeiro a 23 de junho de 2024. Fonte: Sistema ALARMES, LASA-UFRJ (<https://alarmes.lasa.ufrj.br>).

ÁREA QUEIMADA POR TERRA INDÍGENA DO PANTANAL (01/01/2024 A 23/06/2024)



Figura 6. Totais de área queimada estimados entre 01 de janeiro e 23 de junho nas Terras Indígenas do Pantanal, excluindo sem ocorrências. Fonte: Sistema ALARMES, LASA-UFRJ (<https://alarmes.lasa.ufrj.br>).

ÁREA QUEIMADA POR UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DO PANTANAL (01/01/2024 A 23/06/2024)

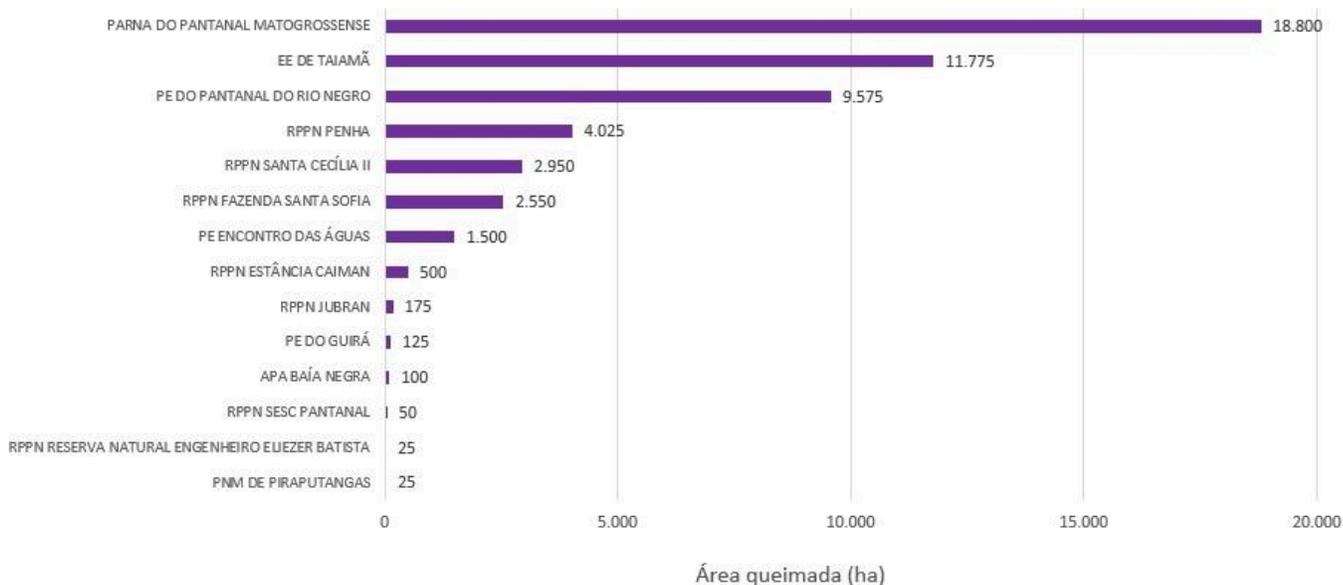


Figura 7. Totais de área queimada estimados entre 01 de janeiro e 23 de junho nas Unidades de Conservação do Pantanal, excluindo sem ocorrências. Fonte: Sistema ALARMES, LASA-UFRJ (<https://alarmes.lasa.ufrj.br>).

ÁREA QUEIMADA POR MUNICÍPIO DO PANTANAL (01/01/2024 A 23/06/2024)

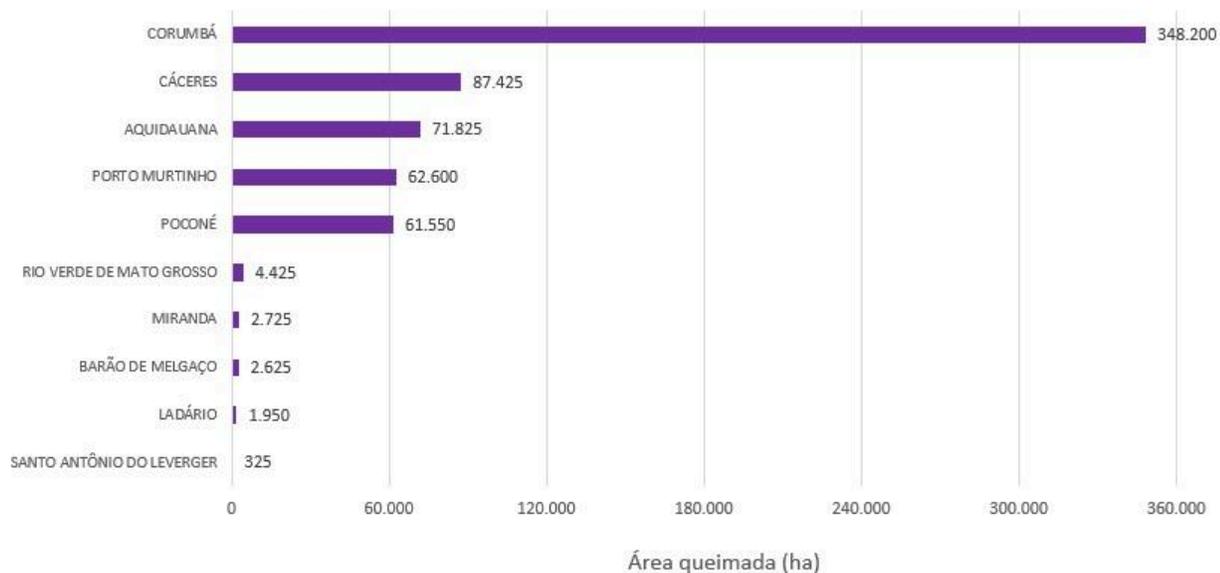


Figura 8. Totais de área queimada estimados entre 01 de janeiro e 23 de junho nos Municípios de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul localizados no Pantanal. Fonte: Sistema ALARMES, LASA-UFRJ (<https://alarmes.lasa.ufrj.br>).

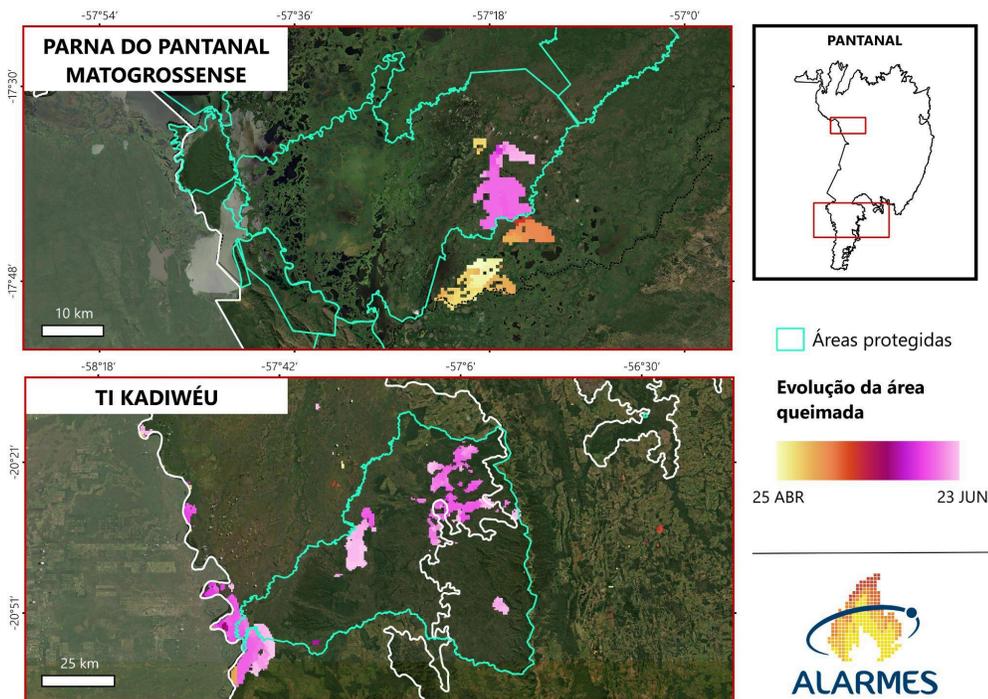


Figura 9. Área queimada diária nos últimos 60 dias no PARNA do Pantanal Matogrossense e na TI Kadiwéu (25 de abril a 23 de junho de 2024). Fonte: Sistema ALARMES, LASA-UFRJ (<https://alarmes.lasa.ufrj.br>).

3. Situação das fontes de ignição

A distribuição das descargas atmosféricas nuvem-solo detectadas no Pantanal entre 01 de janeiro e 24 de junho de 2024 é exibida na **Figura 10** (número de raios por 25 km²). De janeiro a abril houve incidência de raios por todo o bioma, comportamento esperado para a estação de verão e início do outono ([Menezes et al., 2022](#)). Ao longo de maio de 2024, observações de descargas atmosféricas foram raras ou inexistentes em grande parte do bioma, o fenômeno foi mais comumente observado em regiões isoladas ao norte e principalmente ao sul do Pantanal matogrossense, alcançando um valor acumulado de 7 raios por 25 km². **Entre os dias 01 e 24 de junho não houve qualquer observação de raio em todo o bioma, a exceção de uma única ocorrência isolada no extremo norte.** Além disso, nota-se a partir da **Figura 5** que a área queimada mensal acumulada em maio e junho coincidiu com regiões onde a incidência de raios foi zero.

Utilizando a metodologia descrita em [Menezes et al., \(2022\)](#) para estimar a origem dos focos de calor detectados pelo sensor VIIRS a bordo do satélite NOAA-20, **observa-se que nos meses de março, maio e junho nenhum foco de calor foi originado a partir de raios,** e entre os demais meses a quantidade estimada é muito pequena em relação ao total de focos detectados (**Tabela 1**). **Portanto, estas estimativas fortalecem a hipótese de que os incêndios que vêm ocorrendo desde o início de 2024 são, em sua grande maioria, de origem humana e não natural.**

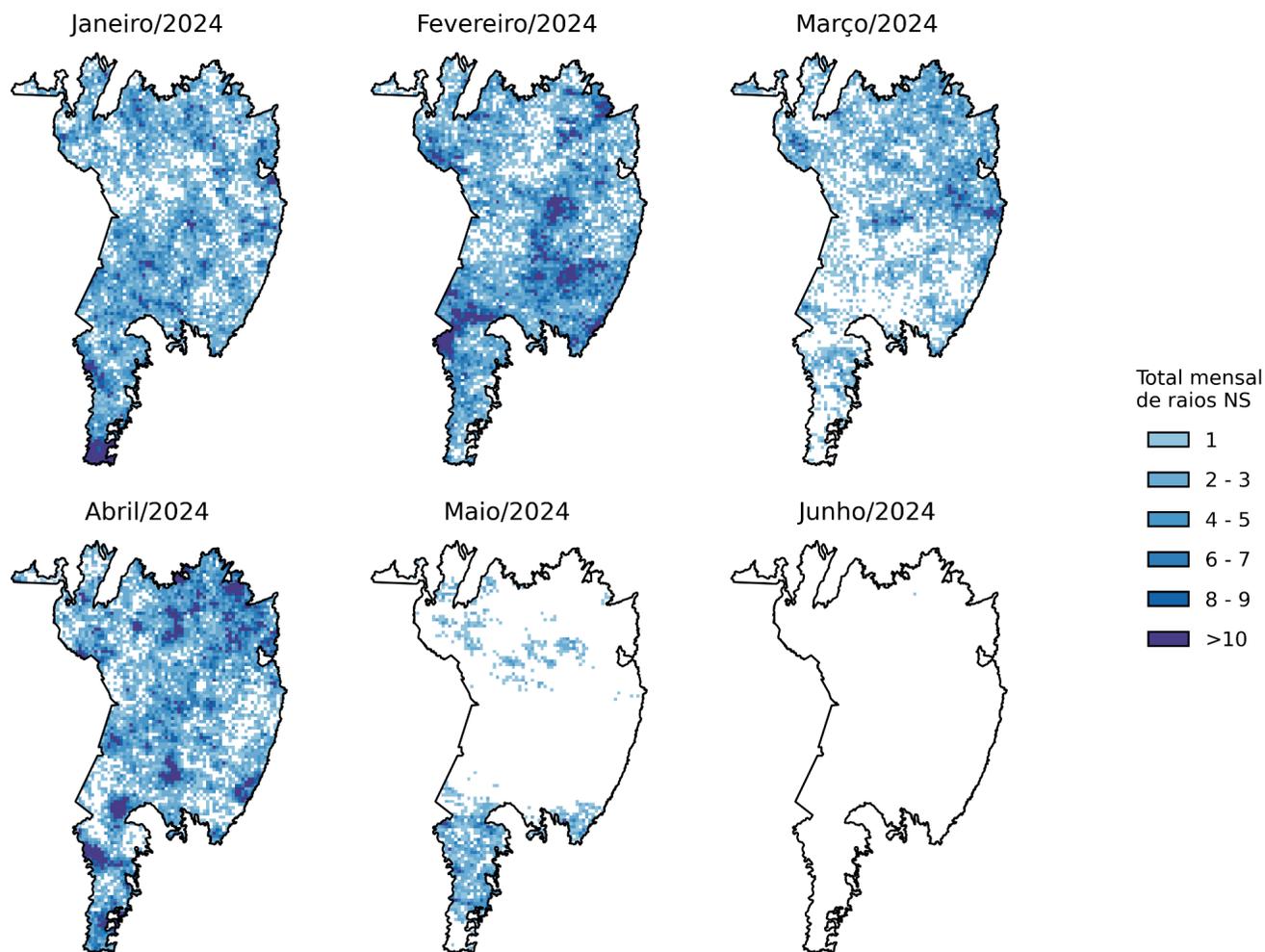


Figura 10. Total mensal de raios nuvem-solo (NS) com boa acurácia de localização observados pela rede de detecção de descargas atmosféricas STARNET (operado e disponibilizado pelo Laboratório STORM-T/IAG-USP carlos.morales@iag.usp.br) no bioma Pantanal, em uma malha de 25km².

Tabela 1. Total mensal de focos de calor de confiança nominal ou alta detectados pelo sensor VIIRS em tempo quase-real entre 01 de janeiro e 23 de junho de 2024 comparados com o número de focos originados por causa natural (raios).

Mês 2024	Focos de calor	
	Total	Causa Natural - Raios*
Janeiro	3 349	23 (0.7%)
Fevereiro	1 648	3 (0.2%)
Março	1 059	0
Abril	1 189	54 (4.5%)
Mai	2 532	0
Junho	15 313	0

* Porcentagem em negrito indica a razão entre o número de focos de calor de origem natural e o total de focos de calor observados no mesmo período. Somente detecções de origem raio-fogo com confiança superior a 80% são considerados.

4. Situação do material combustível

O mapa de material combustível mostra a biomassa superficial disponível para queima (áreas propensas a incêndio) sobre a região do Pantanal para o período de junho de 2024 (**Figura 11**). Esta informação auxilia na análise de continuidade/descontinuidade de combustível, que pode atuar tanto como propagador de fogo, quanto como aceiro. Em áreas de sub-bosque, ou seja, cobertas parcial ou totalmente por copas de árvores, os mapas possuem mais incertezas por não serem observações ao nível da superfície.

Cores verdes indicam vegetação sadia e densa; **cores vermelhas indicam vegetação seca/morta**; cores azuis indicam alta fração de solo ou onde a vegetação foi consumida pelo fogo durante período anterior, além de corpos d'água. As demais cores são misturas destes componentes principais: azul turquesa indica processo de regeneração da vegetação pós-incêndio; roxo/rosa indica principalmente áreas que queimaram em anos recentes e possui

acúmulo de rebrota em condição seca; **alaranjado/amarelo é a fase em que a vegetação começa a perder umidade** (Franke et al., 2018). A resolução espacial desta informação é de 100m e foram elaborados com base em imagens LANDSAT no âmbito do Sistema de Inteligência de Fogo em Áreas Úmidas - SIFAU (<https://alarmes.lasa.ufrj.br/platform/sifau>). Mais informações em [Guia SIFAU](#).

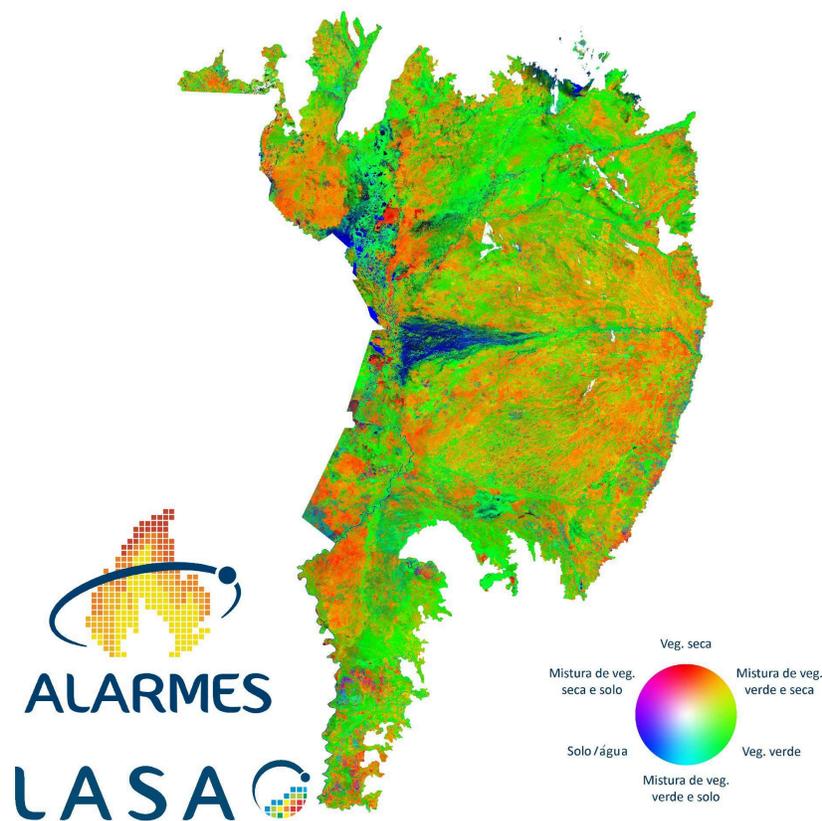


Figura 11. Mapa combustível para o Pantanal referente ao período de junho de 2024. Fonte: Sistema de Inteligência de Fogo em Áreas Úmidas - SIFAU (<https://alarmes.lasa.ufrj.br/platform/sifau>).

5. Situação do transporte de poluentes

A ocorrência dos incêndios no Pantanal no mês de junho tem deteriorado, de acordo com testemunhos locais, a qualidade do ar na região, **porém há uma escassez de dados de estações de qualidade do ar na região**. Vale a pena mencionar que parte desta poluição é transportada regionalmente (**Figura 12**).

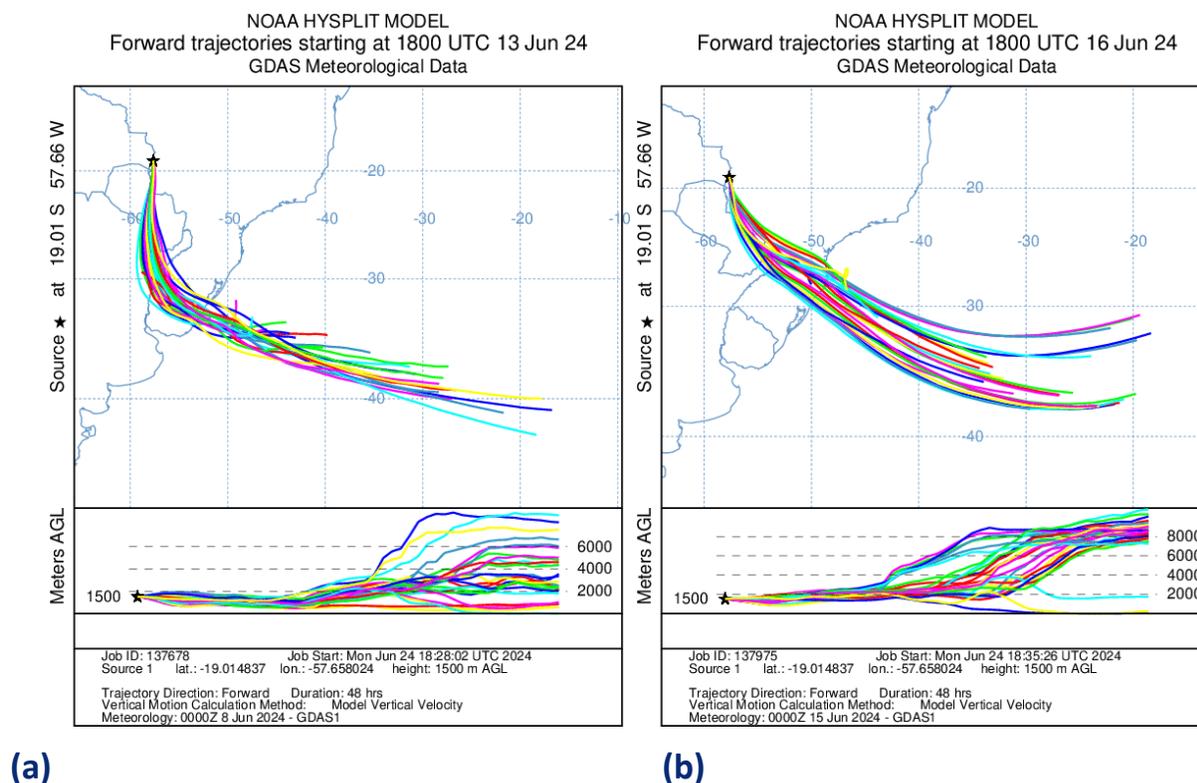


Figura 12. Trajetórias de massas de ar calculadas a partir do município de Corumbá, no Mato Grosso do Sul (lat: -19.0148, lon: -57.6580) às 18:00 UTC (15:00 Horário de Brasília). As trajetórias foram simuladas utilizando o modelo de transporte atmosférico Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory (HYSPLIT) a partir da altura de 1500m acima do nível do solo com duração de 48h (*forward*) nos dias (a) 13 e (b) 16 de Junho de 2024. O conjunto de dados GDAS (resolução de 1 grau) fornecido pelo Global Data Assimilation System (GDAS) foi usado para produzir as trajetórias. As cores representam diferentes execuções do modelo com condições iniciais ou parâmetros ligeiramente diferentes (*Ensemble*), indicando convergência dos resultados. Fonte: NOAA HYSPLIT Model (<https://www.ready.noaa.gov/HYSPLIT.php>).

A análise das trajetórias estimadas das plumas de poluentes provenientes dos incêndios ocorridos no mês de junho 2024 na região de Corumbá, Pantanal sugere um **padrão de transporte para sul do continente praticamente durante todo o mês de junho** (Figura 12a para o dia 13 de Junho), atingindo o Paraguai, norte da Argentina e Uruguai. Nos dias 9, 15, 16, 17, 18 e 22 de junho, **a análise sugere um transporte que atinge os estados do sul do Brasil** (Figura 12b). Tal padrão pode resultar em impactos significativos nessas regiões do ponto de vista da qualidade do ar e saúde da população.

6. Prognósticos sazonais

6.1. Fenômeno ENSO

De acordo com o recente (17/06/2024) [levantamento elaborado pela NOAA](#), condições de neutralidade do fenômeno ENSO são mais prováveis nos trimestres de maio-julho e junho-agosto de 2024. **As condições de La Niña podem se desenvolver de julho a setembro (com 65% de probabilidade) e persistir durante o verão do hemisfério sul (2024-25) (Figura 13).** Tais condições podem favorecer a ocorrência de seca, ondas de calor e incêndios na região do Pantanal, conforme ocorreu em 2020 e descrito por [Geirinhas et al. \(2023\)](#). Porém é importante salientar que existem outros fenômenos que podem contribuir para intensificar ou atenuar essa relação.

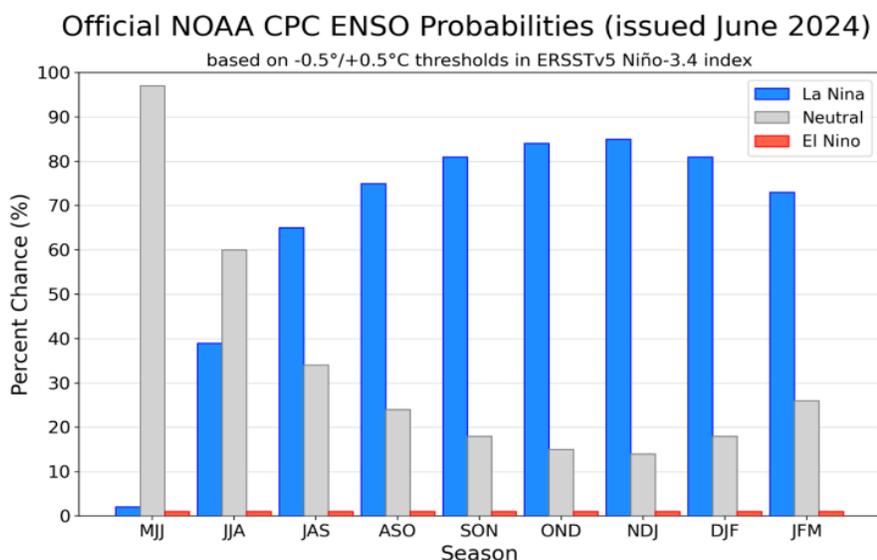


Figura 13. Previsões sazonais das probabilidade do fenômeno ENSO. Fonte: NOAA (https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/lanina/enso_evolution-status-fcsts-web.pdf).

6.2. Anomalias de temperatura e precipitação

As previsões sazonais para JAS (meses de julho a setembro de 2024) provenientes do European Centre for Medium-Range Weather Forecasts - ECMWF indicam para a região do Pantanal que a temperatura do ar próximo à superfície ultrapassará 2 °C acima da média (Figura 14) e que a precipitação tem uma probabilidade entre 60% e 70% de permanecer abaixo da categoria que compreende os 33% menores valores da série histórica de JAS (1991-2016) (Figura 15). As previsões são feitas com base nos 51 membros que constituem o ensemble, ou seja, o conjunto de previsões de longo prazo do Centro Europeu (ECMWF). Tais condições podem levar a uma época de fogo intenso.

2m Temperature Anomaly – SEAS5

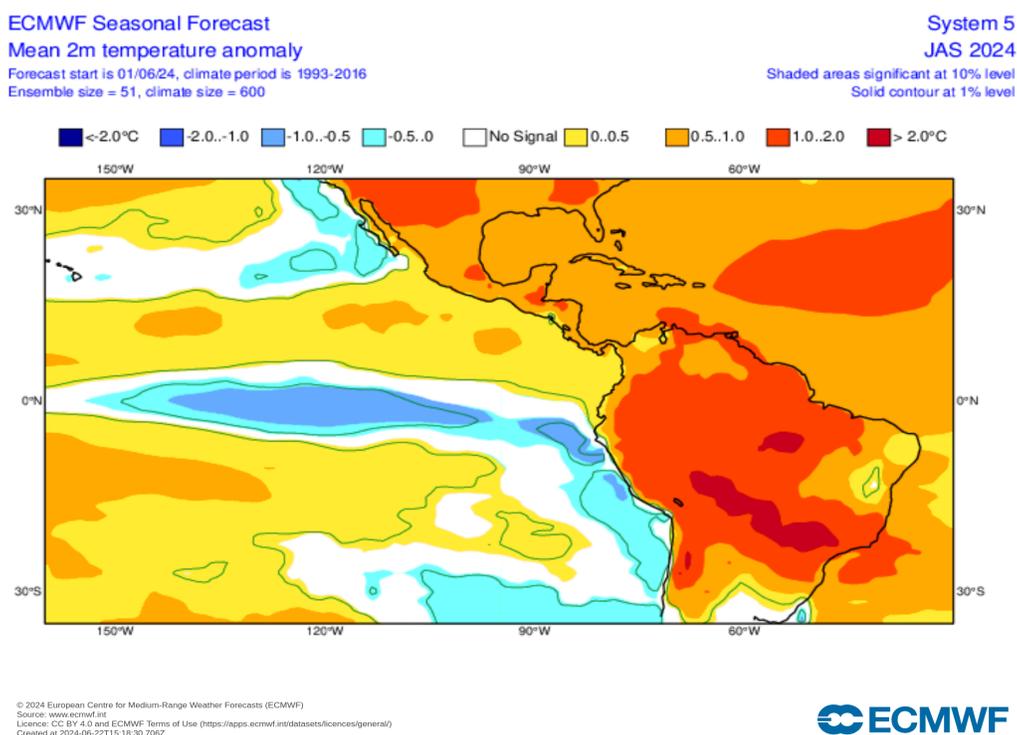
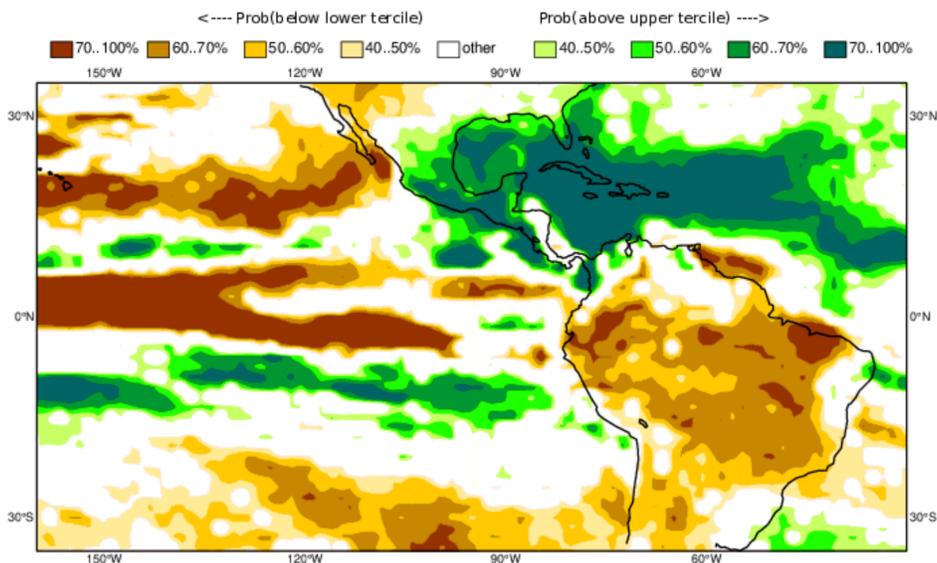


Figura 14. Previsões sazonais de Anomalia de Temperatura do ar (°C) no período que engloba os meses de julho, agosto e setembro. Fonte: European Centre for Medium-Range Weather Forecasts - ECMWF (<https://charts.ecmwf.int/>).



© 2024 European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)
Source: www.ecmwf.int
Licence: CC BY 4.0 and ECMWF Terms of Use (<https://apps.ecmwf.int/datasets/licences/general/>)
Created at 2024-06-22T15:19:37:25Z



Figura 15. Probabilidade da precipitação (%) no período que engloba os meses de julho, agosto e setembro de 2024 permanecer abaixo (acima) do limiar de 33% dos menores (maiores) valores da série histórica. Fonte: European Centre for Medium-Range Weather Forecasts - ECMWF (<https://charts.ecmwf.int/>).

6.3. Previsão do perigo de fogo de 24 a 29 de junho

O Índice Meteorológico de Incêndio FWI (Fire Weather Index) é composto por 6 componentes que retratam os efeitos da umidade do combustível morto e das condições meteorológicas no comportamento do fogo. Os diferentes sub-índices são calculados utilizando variáveis meteorológicas (temperatura, umidade, intensidade de vento e precipitação acumulada) obtidas através do Modelo Global Forecast System (GFS) dos Centros Nacionais de Previsão Ambiental para a previsão (NCEP) para as 12 horas locais.

A **Figura 16** apresenta a **previsão do perigo de fogo desta semana (24/06 a 29/06), indicando que praticamente em toda a Bacia do Alto Paraguai (BAP) estará com perigo**

alto a extremo. As previsões com alertas diários por Municípios, Unidades de Conservação (UCs) e Terras Indígenas (TIs) são apresentadas nas **Figuras 17-19**.

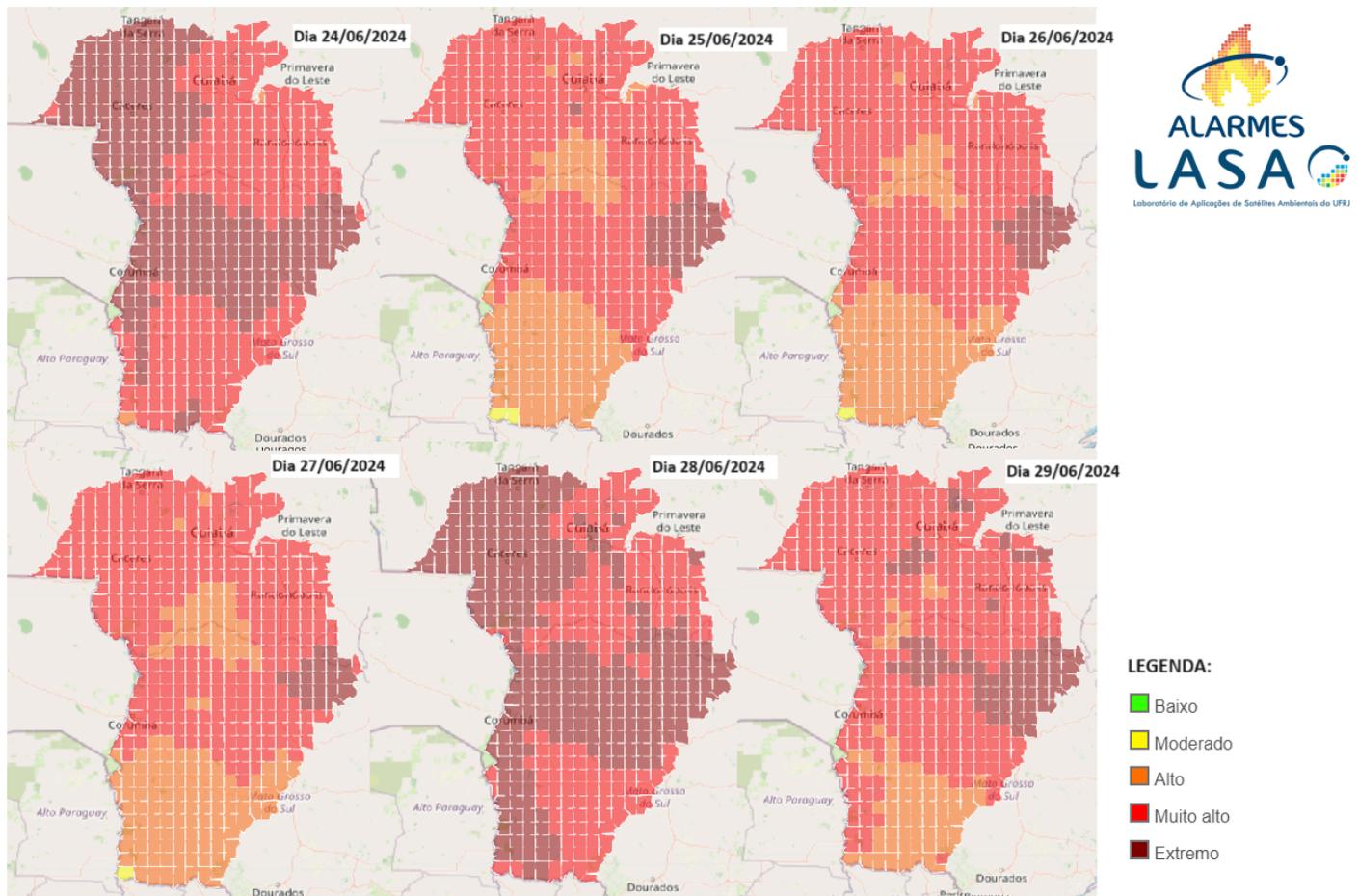


Figura 16. Mapa da previsão do perigo de fogo para a Bacia do Alto Paraguai, para o período de 24 a 29 de junho de 2024. Fonte: Sistema ALARMES, LASA-UFRJ (<https://alarmes.lasa.ufrj.br>). As previsões das classes de perigo de fogo do Sistema ALARMES são produzidos diariamente e foram calibradas através do FWI e da potência radiativa emitida pelos focos de calor (FRP – fire radiative power) derivados do sensor MODIS (MCD14ML). Para a determinação das cinco classes (baixo, moderado, alto, muito alto e extremo), estimou-se a probabilidade de excedência de um limiar de energia liberada por um evento caso este venha a ocorrer, recorrendo-se para tal, modelos estatísticos de extremos baseados numa distribuição lognormal com caudas pareto generalizada (GPD) (DaCamara et al., 2023). Mais informações podem ser obtidas no [FAQ](#).

Perigo meteorológico de fogo em cada município:

Municípios	24/06	25/06	26/06	27/06	28/06	29/06
ACORIZAL - MT	Muito Alto					
ALCINÓPOLIS - MS	Extremo	Extremo	Extremo	Extremo	Extremo	Extremo
ALTO PARAGUAI - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
ANASTÁCIO - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Alto
AQUIDAUANA - MS	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
ARAPUTANGA - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
ARENÁPOLIS - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
BARRA DO BUGRES - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
BARÃO DE MELGAÇO - MT	Muito Alto					
BELA VISTA - MS	Extremo	Alto	Alto	Alto	Extremo	Alto
BODQUENA - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Alto
BONITO - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Alto
CARACOL - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Extremo	Alto
CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT	Muito Alto					
CORGUINHO - MS	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
CORUMBÁ - MS	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
COXIM - MS	Extremo	Extremo	Extremo	Extremo	Extremo	Extremo
CUIABÁ - MT	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
CURVELÂNDIA - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
CÁCERES - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
DENISE - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
DOIS IRMÃOS DO BURITI - MS	Muito Alto	Muito Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Muito Alto
DOM AQUINO - MT	Muito Alto					
FIGUEIRÃO - MS	Extremo	Extremo	Extremo	Extremo	Extremo	Extremo

FIGUEIRÓPOLIS D'OESTE - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
GLÓRIA D'OESTE - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
GUIA LOPES DA LAGUNA - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Alto
INDIAVÁ - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
ITUIQUIRA - MT	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
JACIARA - MT	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
JANGADA - MT	Muito Alto					
JARDIM - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Alto
JAURU - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
JUSCIMEIRA - MT	Muito Alto					
LADÁRIO - MS	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
LAMBARI D'OESTE - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
MIRANDA - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Muito Alto
MIRASSOL D'OESTE - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
NIOAQUE - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Alto
NORTÊLÂNDIA - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
NOSSA SENHORA DO LIVRAMENTO - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Extremo
NOVA BRASILÂNDIA - MT	Muito Alto	Extremo				
NOVA MARILÂNDIA - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
NOVA OLÍMPIA - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
PEDRA PRETA - MT	Muito Alto					
PEDRO GOMES - MS	Extremo	Extremo	Extremo	Extremo	Extremo	Extremo
POCONÉ - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
PORTO ESPERIDIÃO - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
PORTO ESTRELA - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto

Figura 17. Tabela da previsão do perigo de fogo por municípios, para o período de 24 a 29 de junho de 2024. Fonte: Sistema ALARMES, LASA-UFRJ (<https://alarmes.lasa.ufrj.br>). As previsões são atualizadas diariamente em <https://alarmes.lasa.ufrj.br> e podem ser recebidas por e-mail mediante cadastro por lasa@igeo.ufrj.br. Continua na próxima página

PORTO MURTINHO - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Extremo	Muito Alto
POXORÉU - MT	Muito Alto	Extremo				
RESERVA DO CABAÇAL - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
RIO BRANCO (MT) - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
RIO NEGRO - MS	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Extremo
RIO VERDE DE MATO GROSSO - MS	Extremo	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Extremo
ROCHEDO - MS	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Alto	Extremo	Muito Alto
RONDONÓPOLIS - MT	Muito Alto					
ROSÁRIO OESTE - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
SALTO DO CÉU - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
SANTO AFONSO - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
SANTO ANTÔNIO DO LEVERGER - MT	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
SONORA - MS	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
SÃO GABRIEL DO OESTE - MS	Extremo	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Extremo
SÃO JOSÉ DO POVO - MT	Muito Alto					
SÃO JOSÉ DOS QUATRO MARCOS - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
SÃO PEDRO DA CIPA - MT	Muito Alto	Extremo				
TERENOS - MS	Muito Alto	Muito Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Muito Alto
VÁRZEA GRANDE - MT	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto

Figura 17. Tabela da previsão do perigo de fogo por municípios, para o período de 24 a 29 de junho de 2024. Fonte: Sistema ALARMES, LASA-UFRJ (<https://alarmes.lasa.ufrj.br>). As previsões são atualizadas diariamente em <https://alarmes.lasa.ufrj.br> e podem ser recebidas por e-mail mediante cadastro por lasa@igeo.ufrj.br.

Perigo meteorológico de fogo em cada Unidade de Conservação:

UCs	24/06	25/06	26/06	27/06	28/06	29/06
APA BAÍÁ NEGRA - MS	Extremo	Muito Alto	Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
APA DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
APA DA SERRA DAS ARARAS - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
APA DAS CABECEIRAS DO RIO CUIABÁ - MT	Muito Alto					
APA ESTRADA PARQUE DE PIRAPUTANGA - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Muito Alto
APA MUNICIPAL DO ARICÁ-AÇU - MT	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
APA NASCENTES DO RIO PARAGUAI - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
APA RIO CÊNICO ROTAS MONÇOEIRAS - MS	Extremo	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Extremo
EE DA SERRA DAS ARARAS - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
EE DE TAIAMÃ - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
MONA DA GRUTA DO LAGO AZUL - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Alto
MONA DO RIO FORMOSO - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Alto
MONA MORRO DE SANTO ANTÔNIO - MT	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto

Figura 18. Tabela da previsão do perigo de fogo por UCs, para o período de 24 a 29 de junho de 2024. Fonte: Sistema ALARMES, LASA-UFRJ (<https://alarmes.lasa.ufrj.br>). As previsões são atualizadas diariamente em <https://alarmes.lasa.ufrj.br> e podem ser recebidas por e-mail mediante cadastro por lasa@igeo.ufrj.br. Continua na próxima página

MONA MUNICIPAL SERRA DO BOM JARDIM - MS	Extremo	Extremo	Extremo	Extremo	Extremo	Extremo
PARNA DA CHAPADA DOS GUIMARÃES - MT	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
PARNA DA SERRA DA BODOQUENA - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Alto
PARNA DO PANTANAL MATOGROSSENSE - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
PE DAS NASCENTES DO RIO TAQUARI - MS	Extremo	Extremo	Extremo	Extremo	Extremo	Extremo
PE DE ÁGUAS QUENTES - MT	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
PE DO GUIRÁ - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
PE DO PANTANAL DO RIO NEGRO - MS	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
PE DOM OSÓRIO STOFFEL - MT	Muito Alto					
PE ENCONTRO DAS ÁGUAS - MT	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Muito Alto
PE MASSAIRO OKAMURA - MT	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
PE MÃE BONIFÁCIA - MT	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
PE ZÉ BOLO FLÔ - MT	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
PE ÁGUAS DO CUIABÁ - MT	Muito Alto					
PNM DE PIRAPUTANGAS - MS	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
PNM TEMPLO DOS PILARES - MS	Extremo	Extremo	Extremo	Extremo	Extremo	Extremo
RPPN ALEGRIA - MS	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
RPPN ACURIZAL - MS	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
RPPN BURACO DAS ARARAS - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Alto
RPPN CABECEIRA DA LAGOA - MS	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
RPPN CABECEIRA DO PRATA - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Alto
RPPN CACHOEIRAS DO SÃO BENTO - MS	Extremo	Extremo	Extremo	Extremo	Extremo	Extremo
RPPN CARA DA ONÇA - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Alto
RPPN DOROCHÊ - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
RPPN DUAS PEDRAS - MS	Muito Alto					
RPPN ESTÂNCIA CAIMAN - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Muito Alto
RPPN ESTÂNCIA MIMOSA - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Alto
RPPN FAZENDA LAGEADO - MS	Extremo	Muito Alto				
RPPN FAZENDA LAGOA - MS	Extremo	Extremo	Extremo	Muito Alto	Extremo	Extremo
RPPN FAZENDA NHUMIRIM - MS	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto

Figura 18. Tabela da previsão do perigo de fogo por UCs, para o período de 24 a 29 de junho de 2024.

Fonte: Sistema ALARMES, LASA-UFRJ (<https://alarmes.lasa.ufrj.br>). As previsões são atualizadas diariamente em <https://alarmes.lasa.ufrj.br> e podem ser recebidas por e-mail mediante cadastro por lasa@igeo.ufrj.br. Continua na próxima página

RPPN FAZENDA RIO NEGRO - MS	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
RPPN FAZENDA SANTA SOFIA - MS	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
RPPN FAZENDA SÃO GERALDO - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Alto
RPPN FAZENDA SÃO PEDRO DA BARRA - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Alto
RPPN Fazenda Margarida - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Extremo	Alto
RPPN Hotel Mirante - MT	Muito Alto					
RPPN JUBRAN - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
RPPN NEIVO PIRES I - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Alto
RPPN PENHA - MS	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
RPPN PIONEIRA DO RIO PIQUIRI - MS	Muito Alto	Alto	Muito Alto	Alto	Muito Alto	Muito Alto
RPPN POLEIRO GRANDE - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Muito Alto
RPPN RANCHO TUCANO - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Alto
RPPN RESERVA ECOLÓGICA VALE DO BUGIO - MS	Muito Alto	Muito Alto	Alto	Alto	Extremo	Muito Alto
RPPN RESERVA NATURAL ENGENHEIRO ELIEZER BATISTA - MS	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
RPPN RUMO AO OESTE - MS	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
RPPN SANTA CECÍLIA II - MS	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Extremo
RPPN SESC PANTANAL - MT	Extremo	Alto	Alto	Alto	Extremo	Muito Alto
RPPN XODÓ DO VÔ RUY - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Alto

Figura 18. Tabela da previsão do perigo de fogo por UCs, para o período de 24 a 29 de junho de 2024.

Fonte: Sistema ALARMES, LASA-UFRJ (<https://alarmes.lasa.ufrj.br>). As previsões são atualizadas diariamente em <https://alarmes.lasa.ufrj.br> e podem ser recebidas por e-mail mediante cadastro por lasa@igeo.ufrj.br.

Perigo meteorológico de fogo em cada Terra Indígena:

TIs	24/06	25/06	26/06	27/06	28/06	29/06
TI BAÍA DOS GUATÓ - MT	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Muito Alto
TI BURITI - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Alto
TI CACHOEIRINHA - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Muito Alto
TI ESTIVADINHO - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
TI FIGUEIRAS - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
TI GUATÓ - MS	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
TI JARUDORE - MT	Muito Alto	Extremo				
TI KADIWÉU - MS	Extremo	Alto	Alto	Alto	Extremo	Muito Alto
TI LALIMA - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Alto
TI LIMÃO VERDE - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Muito Alto
TI NIOAQUE - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Alto
TI NOSSA SENHORA DE FÁTIMA - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Muito Alto
TI PERIGARA - MT	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Muito Alto
TI PILAD REBUÁ - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Muito Alto
TI PIRAKUA - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Muito Alto
TI RIO FORMOSO - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
TI TADARIMANA - MT	Muito Alto					
TI TAUNAY/IPEGUE - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Muito Alto
TI TEREZA CRISTINA - MT	Muito Alto					
TI UMUTINA - MT	Extremo	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	Extremo	Muito Alto
TI ÑANDE RU MARANGATU - MS	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Muito Alto	Alto

Figura 19. Tabela da previsão do perigo de fogo por TIs, para o período de 24 a 29 de junho de 2024. Fonte: Sistema ALARMES, LASA-UFRJ (<https://alarmes.lasa.ufrj.br>).

6.4. Prognóstico da probabilidade de exceder 2 milhões de hectares queimadas até o final de 2024

Na Figura 20 (painel superior) apresenta-se os resultados do modelo para 2024, sendo de notar que, entre 13 de março e 19 de junho, **a probabilidade da área queimada exceder 20000 km² (2 milhões de hectares) até o final de 2024 se situa acima de 80%, tendendo a ultrapassar o valor de 90% de acordo com a tendência de crescimento observado.** Quando comparada com as probabilidades de excedência no período 2003-2023 para o mesmo dia de 19 de junho de cada ano, observa-se que a probabilidade estimada para 2024 ultrapassa todos os valores registrados desde 2003.

Estas probabilidades foram estimadas através do CDSR (Cumulative Daily Severity Rating). O CDRS para um dado dia d do ano é definido como a soma do Daily Severity Rating (DSR) desde o dia 1 de janeiro até ao dia d do ano em consideração. Obtidos através da reanálise

ERA5 do European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), os valores diários do DSR indicam a dificuldade de controlar os incêndios. Por outro lado, o CDSR é um indicador do efeito acumulado das condições meteorológicas sobre o estresse da vegetação.

Verifica-se que a distribuição da área anual queimada na Bacia do Alto Paraguai (BAP), obtida a partir do sensor MODIS, segue uma distribuição de Rayleigh, cuja qualidade de ajuste pode ser aprimorada introduzindo o CDSR como covariável do parâmetro de escala da distribuição, tendo-se que a melhoria introduzida só é estatisticamente significativa para valores de CDSR a partir do dia 13 de março. Os modelos estatísticos foram ajustados para o período 2003-2023 (21 anos), permitindo estimar a probabilidade de excedência para um dado limiar de área queimada **anual**, isto é, a probabilidade de se observar um valor de BA superior a esse limiar com base nas condições climáticas.

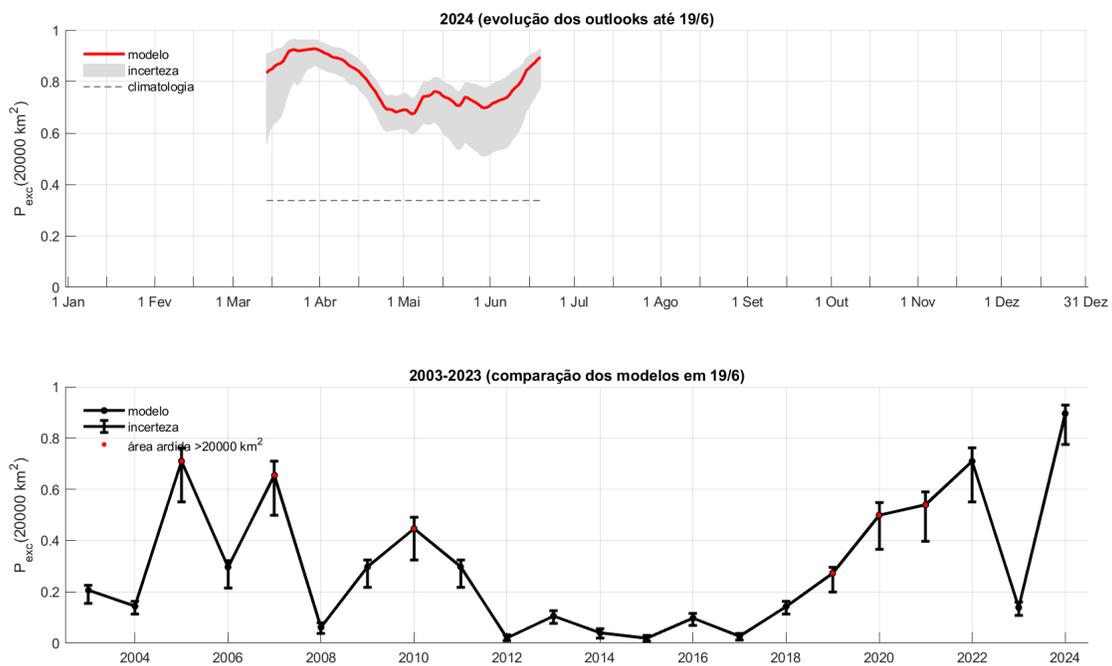


Figura 20. Painel Superior: Probabilidade de exceder 2 milhões de ha até o final de 2024 com base nos dados de CDSR de 13 de março e 19 de junho. Painel Inferior: Comparação da probabilidade de excedência no período 2003-2023 para o mesmo dia de 24 de junho de cada ano. Fonte: Carlos da Camara <https://idl.ciencias.ulisboa.pt/carlos-c-dacamara>

Referências

- DaCamara, C. C., Libonati, R., Nunes, S. A., de Zea Bermudez, Pereira, J. M. C. (2023). Global-scale statistical modelling of the radiative power released by vegetation fires using a doubly truncated lognormal body distribution with generalized Pareto tails. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 625, 1-9.
- Franke, J., Barradas, A. C. S., Borges, M. A., Costa, M. M., Dias, P. A., Hoffmann, A. A., ... & Siegert, F. (2018). Fuel load mapping in the Brazilian Cerrado in support of integrated fire management. *Remote sensing of environment*, 217, 221-232.
- Geirinhas, J. L., Russo, A. C., Libonati, R., Miralles, D. G., Ramos, A. M., Gimeno, L., & Trigo, R. M. (2023). Combined large-scale tropical and subtropical forcing on the severe 2019–2022 drought in South America. *npj Climate and Atmospheric Science*, 6(1), 185.
- Menezes, L. S., De Oliveira, A. M., Santos, F. L. M., Russo, A. C., De Souza, R. A. F., Roque, F. O. & Libonati, R. (2022): Lightning patterns in the Pantanal: Untangling natural and anthropogenic-induced wildfires. *Science of the Total Environment*, 820, 153021.
- Pinto, M. M., Libonati, R., Trigo, R. M., Trigo, I. F., & DaCamara, C. C. (2020). A deep learning approach for mapping and dating burned areas using temporal sequences of satellite images. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 160, 260-274.

COMO CITAR ESTA NOTA TÉCNICA

LIBONATI, R.; RODRIGUES, J.A.; SANTOS, F.L.M.; BELÉM, L.B.C.; NUNES, A.B.; DACAMARA, C.C; SENA, C.A.P.; MENEZES, L.; MONTEIRO DOS SANTOS, D.; PERES, L.F.
Situação do fogo no Pantanal - Junho 2024. 30p, Nota Técnica 01/2024, Laboratório de Aplicações de Satélites Ambientais (LASA), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 2024

AGRADECIMENTOS

Colaboração Científica



INSTITUTO
DOM LUIZ

Colaboração Técnica



Suporte Institucional

UFRJ



Financiamento

